



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 25 716 A 1**

⑤ Int. Cl. 6:
G 02 B 7/00
G 03 F 7/20
G 03 F 9/00

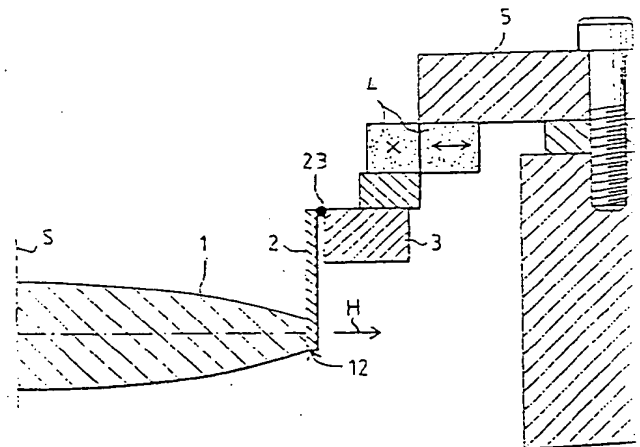
⑦1 Aktenzeichen: 198 25 716.3
⑦2 Anmeldetag: 9. 6. 98
④3 Offenlegungstag: 16. 12. 99

⑦1 Anmelder:
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:
Holderer, Hubert, 89551 Königsbrunn, DE; Rüm-
Peter, 73447 Oberkochen, DE; Trunz, Michael, 73
Ellwangen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Baugruppe aus optischem Element und Fassung
⑤7 Baugruppe aus optischem Element (1) und Fassung (5),
bei der das optische Element über eine Mehrzahl von La-
schen (2) mit einem steifen Zwischenring (3) gekoppelt
ist, der wiederum über Stellglieder (4) oder passive Ent-
koppler (35) mit einer Fassung (5) zum Anschluß an ein
Gehäuse (7) und/oder an weitere Fassungen verbunden
ist. Höchste mechanische Entlastung des optischen Ele-
ments, DVU-resistente Ausführungen.
Anwendung in Projektionsbelichtungsanlagen.



DE 198 25 716 A 1

dungsgemäße Anordnung mit liegenden Laschen und Festkörpergelenk zwischen Zwischenring und Fassung:

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf eine Anordnung nach Art der Fig. 2:

Fig. 4 zeigt eine Aufsicht auf eine erfindungsgemäße Anordnung mit tangentialen Laschen:

Fig. 5 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Anordnung mit Spiegel und Aktuator mit Helbelgetriebe:

Fig. 6 zeigt schematisch eine Projektionsbeleuchtungsanlage:

Fig. 7 schematisch eine bevorzugte Federlasche.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung weist eine Linse 1 und eine Fassung 5 auf. Erfindungsgemäß ist ein steifer Zwischenring 3 – z. B. ein Edelstahlring von (größenordnungsmäßig) 1 cm² Querschnitt abhängig von Masse und Steifigkeit der Linse – vorgesehen, der über Laschen 2 mit der Linse 1 und über Aktuatoren 4 mit der Fassung 5 verbunden ist. Über eine Zwischenlage 6, die der exakten Höhenjustage dient, ist die Fassung an ein Gehäuse 7 angeschlossen, das z. B. als Abstandsring zu einer weiteren dergleichen Linse ausgebildet ist.

Die Verbindung 12 der Linse 1 mit den Laschen 2 ist aus zwei Gründen problematisch:

Erstens ist die Werkstoffpaarung durch die unterschiedlichen Eigenschaften des optischen Elements 1 aus Glas, aus Kristallen wie CaF₂ oder Quarz oder aus Glaskeramik (Zerodur(R)-Spiegel) und der Metall-Laschen 2 aus Edelstahl, Federbronze oder dergleichen beim Schweißen, Löten aber auch beim Schrauben oder Nieten problembehaftet.

Zweitens ist diese Fügestelle durch die Strahlung, zu deren Transport das optische Element da ist, belastet – mit Ausnahmen bei Spiegeln –. Bei Anwendungen im tiefen UV-Spektralbereich (etwa 300 – 100 nm Wellenlänge) führt dies zur weitgehenden Unbrauchbarkeit organischer Kleber, da diese durch die Strahlung zerstört werden.

Daneben ist diese Verbindung 12 mit sehr engen geometrischen Toleranzen auszuführen, um den Zweck der Anordnung zu erreichen.

Weiter sind die optischen Elemente 1 empfindlich gegen thermische Belastungen, da beispielsweise Antireflexbeschichtungen Temperaturen deutlich über 100°C nicht vertragen und andererseits Gläser und besonders Kristalle wie CaF₂ – das wegen seiner DUV-Transparenz als Partner zu Quarzglas für achromatisierte Optiken benötigt wird – empfindlich gegen zeitliche und räumliche Temperaturgradienten.

Im Beispiel ist die Verbindung 12 durch eine Ultraschallschweißung, wie sie beispielsweise aus E. Röder et al., *Technologie & Management* 44 (1995), Seite 31–39 bekannt ist, hergestellt, womit die o.g. Probleme beherrscht werden können. Eine andere mögliche Fügetechnik ist das Löten mit niedrigschmelzenden Loten wie in DE 197 55 356 dargestellt. Positionstoleranzen der Laschen 2 können durch die Kopplung 25 der Laschen an den steifen Zwischenring aufgefangen werden, wenn diese anschließend ausgeführt wird. Dafür hat sich das Laserschweißen als geeignet gezeigt, wodurch bei geringem Wärmeeintrag sehr gleichmäßige Schweißverbindungen erzielt werden.

Die Laschen 2 sind als Blattfeder-elemente aus Blech durch Stanzen oder Ätzen präzise geformt. Sie sind typisch 0,1 mm bis 0,5 mm dick, ca 3–20 mm breit und 10–30 mm lang, bei einem Abstand von einigen mm. Im Beispiel sind sie parallel zur optischen Achse und Symmetrieachse der Linse 1 angeordnet.

Eine Ausführung nach Fig. 7, ein Ätz- oder Stanzteile mit steifem Bügel 71, zwei tangentialen Blattfeder-elementen 72, 73 und Zone 74 zum Ultraschallverschweißen mit der Linse

dazwischen ergibt momentenfreie radiale Ausdehnungsmöglichkeit der Linse. Mit 75 ist die Laser-Schweißzone zur Verbindung mit dem Zwischenring bezeichnet.

An zum Beispiel drei über den Umfang gleichverteilten Stellen ist der steife Zwischenring 3 über Aktuatoren 4 mit der Fassung 5 verbunden. Die Aktuatoren 4 sind z. B. aus piezoelektrischen Elementen aufgebaut. Durch diese Anordnung werden zwei Freiheitsgrade der Linse 1 gegenüber der Fassung 5 entkoppelt, nämlich die Kippungen um die x- und y-Achsen senkrecht zur Symmetrieachse 5.

Passive Aktuatoren die nur bei der Justage des Objektives benötigt werden, können auch durch Stellschrauben betätigt werden.

Dies ermöglicht einerseits eine Justierung der Linsenkipung und entkoppelt andererseits Deformationen der Fassung 5, die beim Zusammenbau der Fassungen 5, Zwischenlagen 6 und Gehäuse 7 zu kompletten optischen Systemen – z. B. Objektiven – aus deren Fertigungstoleranzen usw. entstehen.

Fig. 2 zeigt in entsprechender Darstellung eine Variante. Hier ist die Linse 1 durch eine Klebestelle 122 mit den Laschen 22 verbunden. Bei Anwendung einer Kleberschutzschicht nach DE 197 48 211 ist die Strahlungsbeständigkeit des Klebers gesichert. Die bekannte Methode des Richtkitens ermöglicht dabei eine sehr genaue Justage.

Die Laschen 22 sind mit dem steifen Ring 32 vereinigt aus einem Stück gefertigt, wobei z. B. zum Präzisionsdrehen zusätzlich das Erodieren zum Einbringen der Trennungen zwischen den Laschen 22 eingesetzt wird. Durch Festkörpergelenke 35 ist der steife Ring von der Fassung 52 entkoppelt, so daß sich deren Verformungen im Einbauzustand nicht auf die Linse 1 auswirken können.

Die typischen Abmessungen sind gleich wie bei Fig. 2.

Fig. 3 zeigt eine Ansicht der in Fig. 2 im Querschnitt gezeigten Anordnung in Richtung der optischen Achse und Symmetrieachse S. Man sieht, daß die Laschen 22 radial angeordnet sind und jeweils zu einer Ebene E symmetrisch ausgebildet sind, welche die Symmetrieachse S enthält (Anspruch 17). Auch hat das optische Element 1 (Linse) einen zur Symmetrieachse S rotationssymmetrischen Rand 1R, der Zwischenring 32 ist ein zur Symmetrieachse S rotationssymmetrischer Ring (Anspruch 16), und die Laschen 22 sind über den Umfang gleichverteilt (Anspruch 18). Auf der X-Achse und der Y-Achse liegen jeweils Feder-gelenke 35, 35', deren Beweglichkeit jeweils paarweise verschieden orientiert ist. Der Fassungskonstrukteur wählt Anzahl, Lage und Beweglichkeit nach den gegebenen Beanspruchungen aus. Auch die Fassung 52 ist hier wie im allgemeinen bei Linsenfassungen zylindrisch.

Fig. 4 zeigt in gleicher Aufsicht eine erfindungsgemäße Anordnung mit tangential an die Linse 1 angreifenden Laschen 24, die hier auch senkrecht zur Zeichenebene stehen und damit im Sinne von Anspruch 20 senkrecht zur Hauptebene X, Y mit x- und y-Achse stehen – wie auch die hängenden Laschen der Fig. 1 –. Der Zwischenring 34 ist hier über drei unter jeweils 120° angeordnete Aktuatoren 4 der zu Fig. 1 beschriebenen Bauart mit der Fassung 5 verbunden.

Die erfindungsgemäße Anordnung eignet sich natürlich nicht nur für rotationssymmetrische Linsen wie in oben stehenden Beispielen, sondern für jede Art optischer Elemente wie Prismen, Spiegel, Gitter, holographische Elemente usw. jeder Form. Beachtlich ist, daß diese Fassungstechnik für beliebige Lagen des optischen Elements relativ zur Schwerkraft geeignet ist.

Als Beispiel zeigt Fig. 5 einen dezentrierten Zylinderspiegel 15, der mit paarweise schrägschneidenden Federlaschen 25 an den Zwischenring 35 angebunden ist. Über die Fest-

körpergelenke 452, 453 und den Hebel 451 ist der steife Zwischenring an die Fassung 55 gekoppelt. Der Aktuator 45 (z. B. piezoelektrisch, oder durch ein Peltierelement gesteuertes Ausdehnungselement vgl. EP 0 145 902 A) wirkt so über das Hebelgetriebe 451, 452, 453 mit Unterbrechung auf den Zwischenring 35.

Fig. 6 zeigt schließlich beispielhaft die Unterbringung einer erfindungsgemäß in einer Fassung 652 angeordneten Linse 651 in einem Objektiv 65, das als Projektionsobjektiv Teil einer Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage ist. Diese besteht wie bekannt aus einer Lichtquelle 61, einem Beleuchtungssystem 63, einer Maske 64 mit einem Positioniersystem 641, dem Objektiv 65, dem Wafer 66 und dessen Positioniersystem 661.

Natürlich sind in der Regel im Objektiv 65 mehrere Linsen, bei einem katadioptrischen oder katoptrischen Objektiv auch Spiegel, erfindungsgemäß gefaßt. Hier ist aber aus Gründen der Klarheit nur eines gezeigt. Ebenso kann diese Fassungstechnik natürlich auch im Beleuchtungssystem 63 Verwendung finden.

Ein Leitsystem 67 der Projektionsbelichtungsanlage mit Sensoren 671, 672, 673 steuert die Aktuatoren 653 an der Fassung 652.

Abhängig von Bildparametern (Sensor 671) wie Fokussage, Wellenfront und dergleichen, von Beleuchtungsparametern (Sensor 672) wie Pulsdauer, Zahl, Beleuchtungseinstellung wie Kohärenzgrad, Quadrupelbeleuchtung, und/oder von Parametern der Maske (Sensor 673) regelt das Leitsystem 67 durch ansteuern der Aktuatoren 653 wie auch ggf. der Aktuatoren anderer optischer Elemente die optimale Bildqualität, wobei in der Regel im Leitsystem 67 abgelegte Kennfelder und Kalibrierparameter Verwendung finden.

Patentansprüche

1. Baugruppe aus optischem Element (1) und Fassung (5), bei der das optische Element über eine Mehrzahl von Laschen (2) mit einem steifen Zwischenring (3) gekoppelt ist, der wiederum über Stellglieder (4) oder passive Entkoppler (35) mit einer Fassung (5) zum Anschluß an ein Gehäuse (7) und/oder an weitere Fassungen verbunden ist.
2. Baugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (22) als Federgelenke, insbesondere als Blattfedern, ausgelegt sind.
3. Baugruppe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (2) stoffschlüssig mit dem optischen Element (1) verbunden sind.
4. Baugruppe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Laschen (2) mit dem optischen Element (1) gegen ultraviolette Strahlung, insbesondere bei Wellenlängen unter 300 nm, resistent ist.
5. Baugruppe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element (1) aus Glas oder Kristall besteht, die Laschen (2) aus Metall und die Verbindung frei von organischen Bestandteilen ist.
6. Baugruppe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung geschweißt ist, insbesondere durch Diffusionsschweißung oder Ultraschallschweißung.
7. Baugruppe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung gelötet ist.
8. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (22) mit dem Zwischenring (32) einen einstückigen Körper bilden.
9. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (2),

stoffschlüssig an den Zwischenring (3) gekoppelt sind.

10. Baugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung der Laschen (2) mit dem Zwischenring (3) gegen ultraviolette Strahlung, insbesondere bei Wellenlängen unter 300 nm, resistent ist.

11. Baugruppe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung frei von organischen Bestandteilen ist.

12. Baugruppe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung geschweißt ist, insbesondere durch Laserschweißen.

13. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellglieder (4) Piezelemente oder Peltierelemente enthalten.

14. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die passiven Entkoppler (35, 35') Festkörpergelenke enthalten.

15. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element (1) einen rotationssymmetrischen Rand mit einer Symmetrieachse (S) aufweist.

16. Baugruppe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenring (2) zur Symmetrieachse (S) rotationssymmetrisch ist.

17. Baugruppe nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (2) symmetrisch zu die Symmetrieachse enthaltenden Ebenen (E) ausgebildet sind.

18. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (22) gleichmäßig über den Umfang des optischen Elements (1) verteilt angeordnet sind.

19. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element (1) eine Haupt-Ebene (H) aufweist, welche sein Rand mit einer geschlossenen Kurve durchstößt.

20. Baugruppe nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (22) im wesentlichen senkrecht zur Haupt-Ebene (H) angeordnet sind.

21. Baugruppe nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (22) im wesentlichen in der Haupt-Ebene (H) radial zum Rand des optischen Elements (1) angeordnet sind.

22. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen (22) im wesentlichen tangential zum Rand (1R) des optischen Elements (1) angeordnet sind.

23. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die niedrigste Eigenfrequenz mechanischer Schwingungen größer als 200 Hz, vorzugsweise größer als 300 Hz, bis zu etwa 1 KHz ist.

24. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die astigmatische und die dreiwellige Deformation des optischen Elements (1) unter 30 nm liegt.

25. Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Deformationen der Auflagefläche des Außenrings (5) zu über 95% vom optischen Element (1) entkoppelt sind.

26. Baugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Stellglieder (4) passiv ist.

27. Objektiv (65) enthaltend zumindest eine Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 26.

28. Projektionsbelichtungsanlage der Mikrolithographie enthaltend zumindest eine Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 26, mit mindestens

einem Aktuator (653), dadurch gekennzeichnet, daß ein Regelkreis vorhanden ist, der mindestens einen Aktuator (653) ansteuert.

29. Verwendung einer Baugruppe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 26 zum Aufbau einer Mikro- 5 lithographie-Projektionsbelichtungsanlage.

30. Verwendung des passiven Stellgliedes nach Anspruch 26 zur Justage der Linse zu einer Referenz außerhalb des Objektivs nach Anspruch 27.

31. Verwendung des passiven Stellgliedes nach An- 10 spruch 26 zur Justage der Linse innerhalb des Objektivs nach Anspruch 27 während der Justage derselben.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

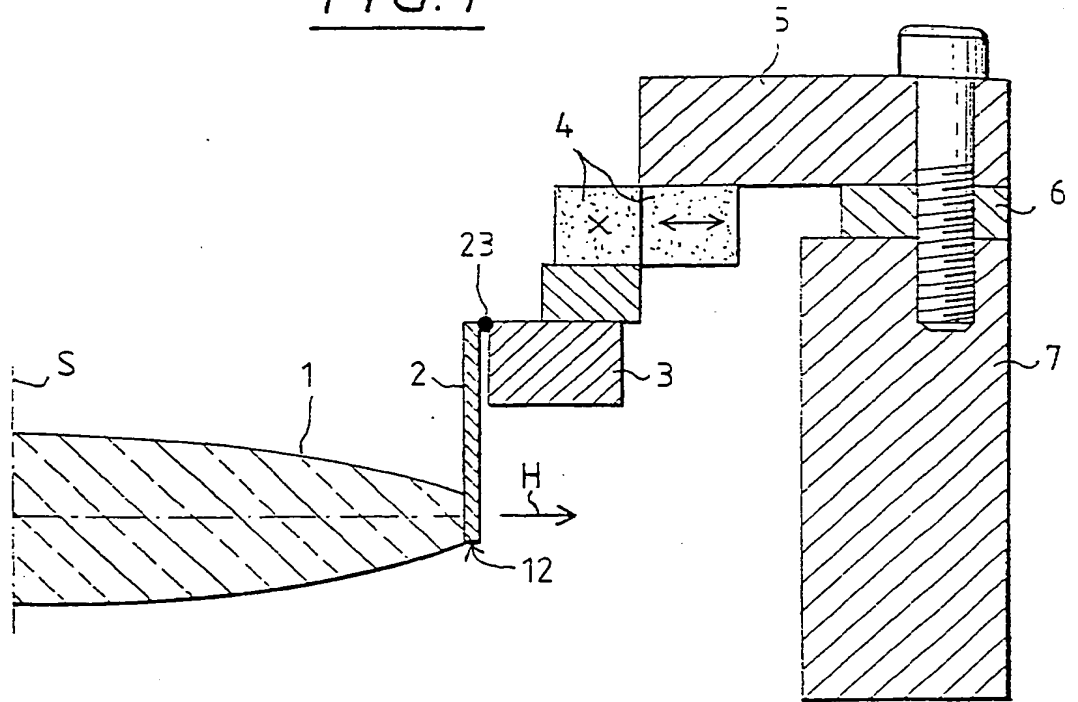


FIG. 2

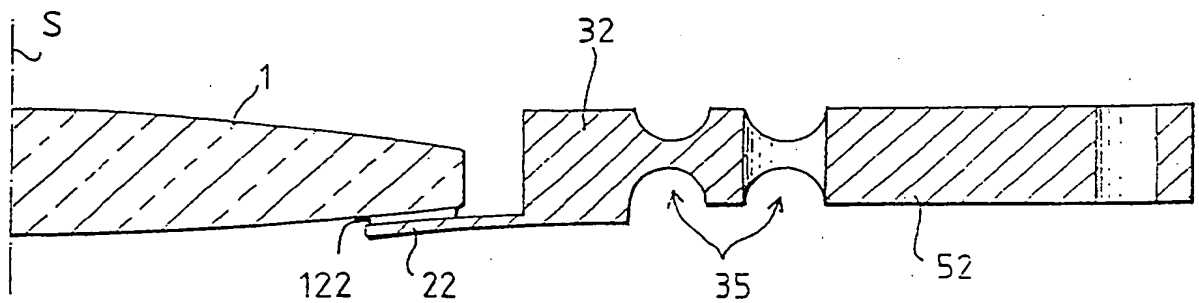


FIG. 4

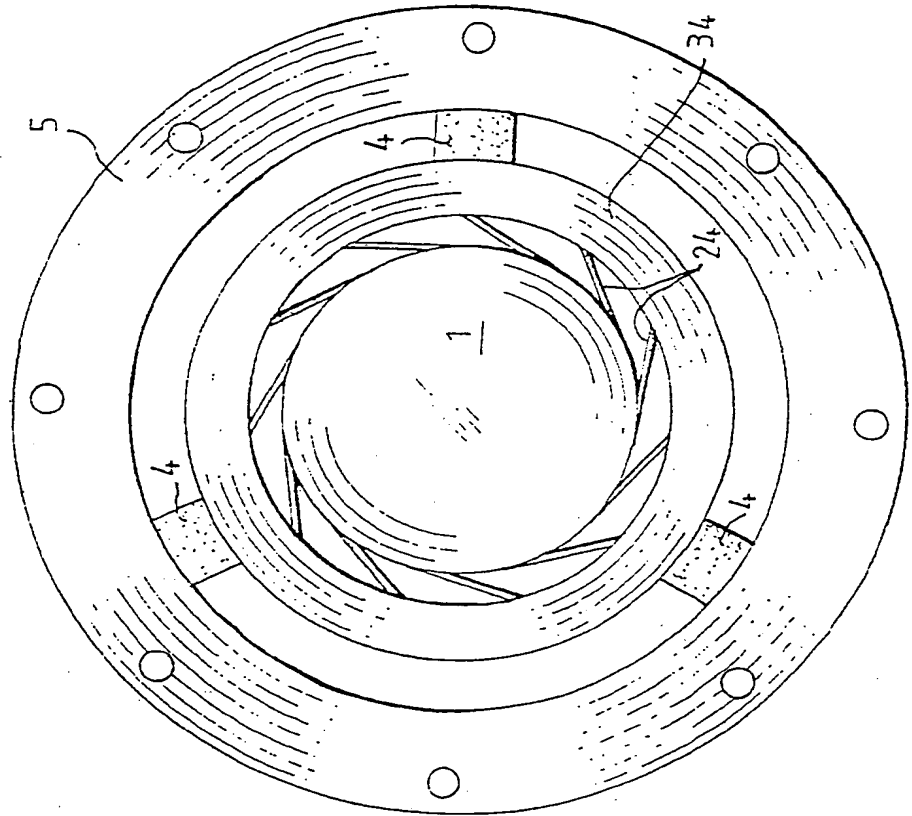


FIG. 3

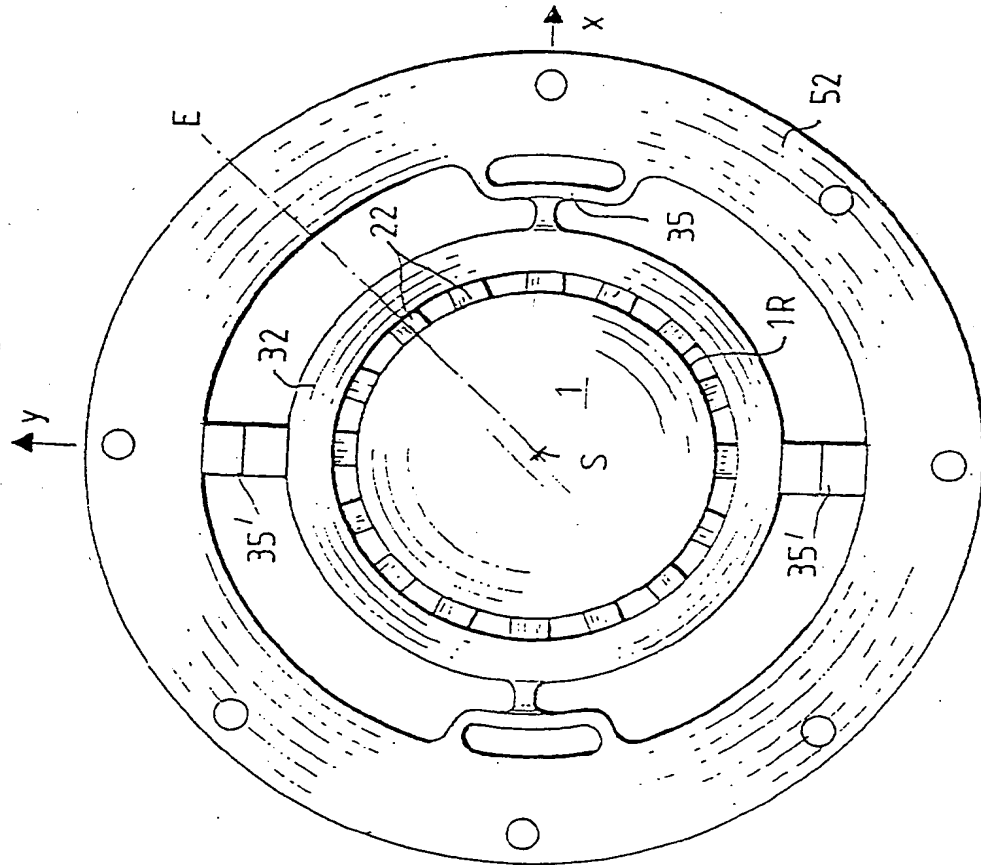


FIG. 5

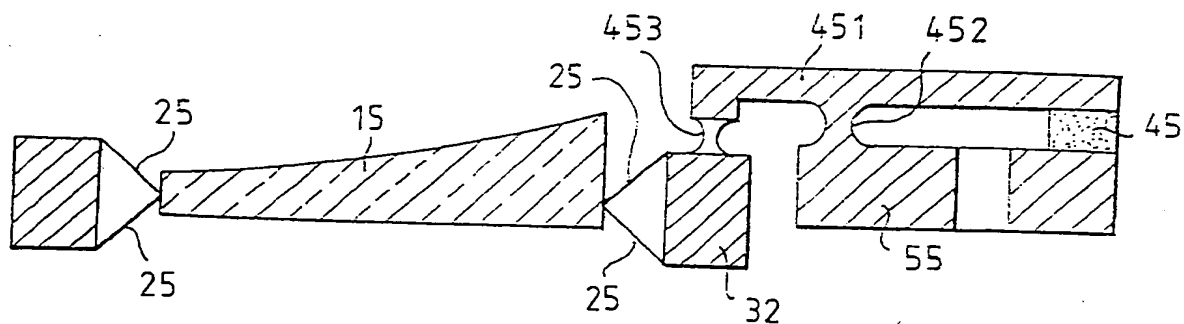


FIG. 6

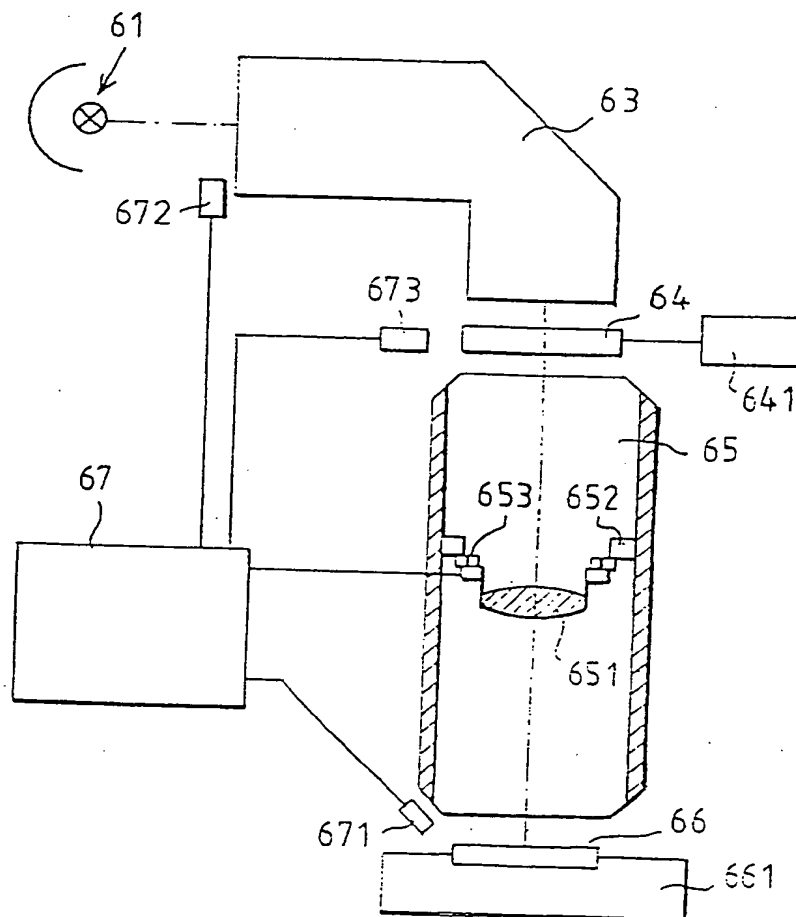
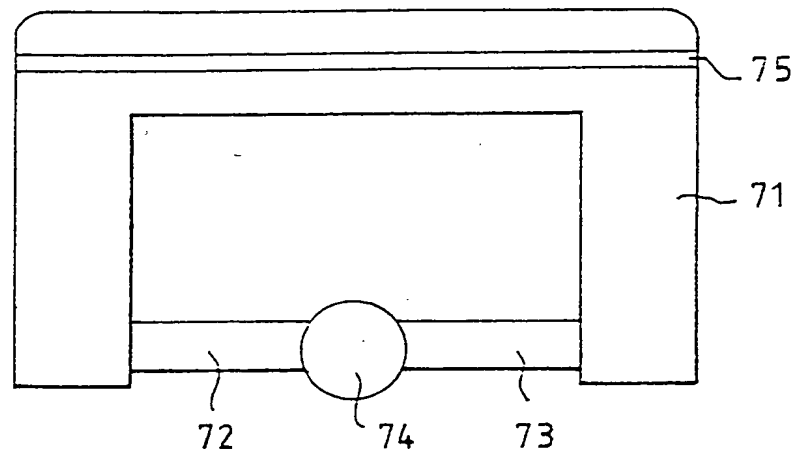


FIG. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.